



TITLE:

# 肛門電気刺激療法の実験的および臨床的検討

AUTHOR(S):

横山, 修; 宮崎, 公臣; 石田, 武之; 南後, 修; 藤田, 幸雄;  
長野, 賢一; 川口, 光平; 越田, 潔; 久住, 治男

---

CITATION:

横山, 修 ...[et al]. 肛門電気刺激療法の実験的および臨床的検討. 泌尿器科紀要 1992, 38(10): 1109-1115

ISSUE DATE:

1992-10

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/117682>

RIGHT:

## 肛門電気刺激療法の実験的および臨床的検討

藤田記念病院泌尿器科 (院長: 藤田幸雄)

横山 修, 宮崎 公臣, 石田 武之

南後 修, 藤田 幸雄

金沢大学医学部泌尿器科学教室 (主任: 久住治男教授)

長野 賢一, 川口 光平, 越田 潔, 久住 治男

## EXPERIMENTAL AND CLINICAL EVALUATION OF FUNCTIONAL ELECTRICAL STIMULATION OF THE ANAL SPHINCTER

Osamu Yokoyama, Kimiomi Miyazaki, Takeyuki Ishida,

Osamu Nango and Yukio Fujita

*From the Department of Urology, Fujita Memorial Hospital*

Ken-ichi Nagano, Kouhei Kawaguchi, Kiyoshi Koshida

and Haruo Hisazumi

*From the Department of Urology, School of Medicine, Kanazawa University*

To determine the most effective parameter of functional electrical stimulation of the anal sphincter (FES), the present study was carried out in female mongrel dogs anesthetized with  $\alpha$ -chloralose urethane. When spontaneous and rhythmic micturition contractions of the bladder were present, they were more effectively inhibited by the stimulation with low frequency (5 to 10 Hz). Based on the results of this experiment 18 patients with urge incontinence were treated by maximal electrical stimulation with the following parameters. The duration for each stimulus was 0.2 msec, frequency 5 Hz, amplitude 30 to 150 volts. Every patient received ten treatments for two weeks, each lasting for 30 minutes. A clinical cure for urge incontinence was noted in 12 patients. As for urodynamic studies, FES increased significantly the volumes of the first desire to void (FDV) and maximum desire to void (MDV); however, it did not increase significantly the maximum urethral closure pressure or residual urine volume. Eighteen patients were divided into two groups; an unstable bladder group and a neurogenic bladder group. In the latter, the increases in volumes of FDV and MDV were significant. Second, 18 patients were divided into two groups according to the administration or lack of anticholinergic agents. For subjective symptoms, the rate of improvement of urge incontinence was significantly higher in the group administered the agents.

These findings suggested that FES was very useful for the treatment of urge incontinence, with its efficacy augmented by the administration of anticholinergic agents.

(Acta Urol. Jpn. 38: 1109-1115, 1992)

**Key words:** Functional electrical stimulation, Overactive bladder, Urge incontinence, Effective frequency of stimulation

## 緒 言

痛みの伝達を脊髄後根において抑制することにより, 種々の神経疾患に基づく神経痛の治療法として開発され, 広く普及されるに至った電気刺激療法は, その後, 尿道閉鎖機構の強化を目的に腹圧性尿失禁に対

して試みられるようになった<sup>1,2)</sup>. しかし, 膀胱内圧曲線上過活動型を示す膀胱の排尿反射抑制にむしろ効果があるとの報告がなされるに従い<sup>3,4)</sup>, 最近では切迫性尿失禁に対しても施行されるようになった. 一方, 電気刺激の強度, 周波数, 間隔などの条件 (パラメータ) に関しては種々の報告があり, どのような条件

が最適か意見の一致をみていない。そこでわれわれは、雌性正常イヌを用いて、 $\alpha$ -chloralose-urethane 麻酔下における肛門括約筋の機能的電気刺激療法 (functional electrical stimulation 以下 FES と略す) の膀胱および尿道に対する効果を検討した。また、えられた条件にて、切迫性尿失禁を認める過活動型神経因性膀胱患者・不安定膀胱患者に対し FES を施行したのでその結果を報告する。

### 動物実験の方法

体重 8~12 kg の雌性正常イヌ12頭を用いた。麻酔は ketamine 筋注にて導入し、 $\alpha$ -chloralose-urethane 静注にて維持した。膀胱内圧、尿道内圧の測定は生理的食塩水をそれぞれ 30 ml/min, 2 ml/min の速度にて注入して行った。FES は anal plug を用い、持続時間 (pulse duration) 0.1 msec, 強度 (amplitude) 200 V の単相矩形波にて、周波数 (frequency) を 1, 3, 5, 10, 20, 50 および 100 Hz と順次変化させることにより行った。なお、前の電気刺激の影響を除くため、各電気刺激の間隔は30分以上とし、刺激前の膀胱内圧に戻ったことを確かめてからつぎの周波数の刺激を行った。

### 臨床の対象および方法

#### 1) 対象

1989年4月より1991年3月までの2年間に藤田記念病院泌尿器科に入院した切迫性尿失禁を主訴とする18症例を対象とした。男性16例、女性2例、平均年齢74.0歳 (60~84歳) であり、全例膀胱内圧曲線上、過活動型膀胱を示した。疾患別では、前立腺肥大症などの下部尿路通過障害に伴う不安定膀胱11例 (うち前立腺手術後8例)、神経因性膀胱7例 (脳血管障害5例、脳性麻痺1例、頸部変形性脊椎症1例; うち前立腺手術後2例) であった。前立腺手術後症例はいずれも術後2か月以上を経過しており、手術に伴う刺激などの影響はないと考えられた。また、不安定膀胱群は神経学的検査の結果、特に異常を指摘しえなかった。FES 開始時および終了時に施行した尿検査では、全例尿路感染のないことが確認された。なお、対象となる18症例中11例に FES 開始時より塩酸テロジリン、塩酸エフェドリンなどの薬剤の併用があり、薬剤併用の影響を考慮して FES の効果を検討した。

#### 2) 方法

日本光電社製筋電用電気刺激装置 (SEM 4101) を用いた。肛門括約筋の電気刺激は anal plug を使用し、持続時間 0.2 msec, 周波数 5 Hz, 強度は患者の

耐えうる最大強度 (30~150 V) とし、30分間刺激を1回とした。原則として、週5回の頻度で10回施行した後にその効果を他覚所見より評価した。自覚所見としては、尿失禁の有無、排尿回数 (昼間、就寝中) を記載させ、FES 開始前と終了時の症状を比較検討した。また、終了時の患者の印象をつぎの4段階に分けて判定した。著効: 自覚症状がほぼ完全に消失、有効

自覚症状の改善は完全ではないが満足できる、やや有効: ある程度の改善はあるが満足できる程ではない、無効: まったく改善がない。他覚所見としては全例に FES 前後に膀胱内圧測定、尿道内圧測定および残尿測定を施行し、その効果を判定した。膀胱内圧は DISA 社製ウロシステムにて行い、2つの側孔を有する Fr. 12 catheter を用いて CO<sub>2</sub> 注入速度 100 ml/min で測定した。直腸内圧測定による subtraction は行わなかった。また、尿道内圧は同様の catheter を用い、CO<sub>2</sub> 注入速度 15 ml/min, 引き抜き速度 2 mm/sec にて測定した。尿失禁の改善を目的に使用する薬剤は原則として FES 開始時より併用した。薬剤併用群の症例の選択は主治医の判断に従った。

### 動物実験の結果

#### 1) 膀胱内圧に対する FES の効果

Fig. 1a には生理的食塩水注入開始時より排尿反射出現時までの膀胱内圧曲線が電気刺激により変化する1例が示されている。膀胱容量の増大と膀胱収縮波の増大が認められる。Fig. 1b には、12頭についてのおの 1~100 Hz までの電気刺激を行った際の容量増加の平均が表されている。5 Hz および 10 Hz の刺激周波数にて平均約50%の膀胱容量の有意な増加が認められた。膀胱内圧測定後、同じ速度にて生理的食塩水を持続注入し続けると膀胱の周期的な反射性収縮が観察される。Fig. 2 には生理的食塩水持続注入時の膀胱の周期的な反射性収縮に対する電気刺激の抑制効果が示されている。持続時間 0.1 msec, 強度 200 V, 周波数 5 Hz の刺激条件にて行い、電気刺激の間も生理的食塩水の注入は続けた。12頭中9頭に収縮の抑制が認められた。他の3頭の膀胱収縮における FES の影響は、不変あるいは増大として認められたが、この変化には生理的食塩水の注入条件や麻酔深度も影響していると考えられた。

#### 2) 尿道内圧に対する FES の効果

最大尿道閉鎖圧に対する FES の効果については、5 Hz 刺激にて平均9%の最大の増加が認められたが、他の周波数同様に有意差はみられなかった。機能的尿

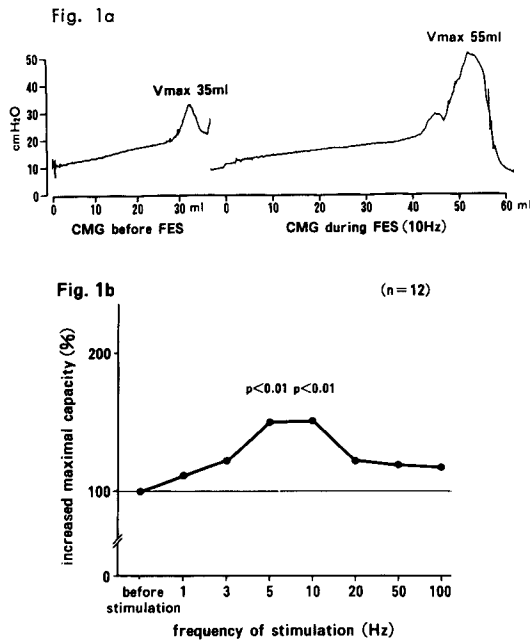


Fig. 1. The effect of functional electrical stimulation on the cystometry of female mongrel dogs.  
 la: The change of the cystometrogram induced by the stimulation with 5 Hz frequency  
 lb: The increased maximal capacity corresponding to each stimulation frequency

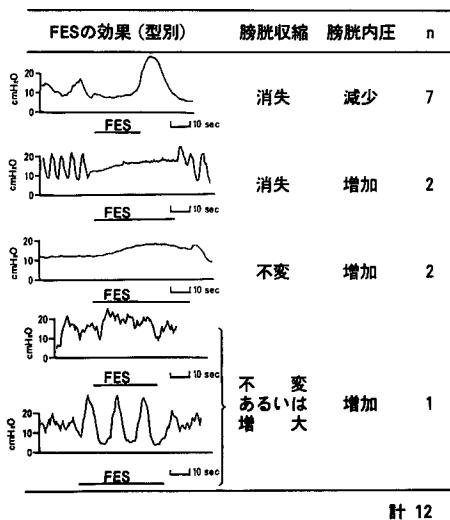


Fig. 2. The effect of functional electrical stimulation on spontaneous and rhythmic micturition contractions of the dog bladder

道長に対しても延長傾向は認められたが、有意差はみられなかった。

## 臨床結果

### 1) 全症例に対する FES 効果

自覚所見に関しては、尿失禁の改善(消失)がみられた症例が18例中12例(66.7%), 不変6例(33.3%)であった。FES終了時の患者の印象より判定した自覚症状の改善度に関しては、著効1例、有効6例、やや有効6例、無効5例であり、有効以上が38.9%, やや有効以上は72.2%であった。排尿回数については、昼夜ともに減少傾向が認められたが、有意差はみられなかった。他覚所見に関しては、初発尿意量が $85.9 \pm 11.4$  ml から  $113.2 \pm 13.0$  ml, 最大膀胱容量が $124.8 \pm 19.1$  ml から  $156.8 \pm 17.3$  ml へとそれぞれ有意の増加が認められたが、無抑制収縮の消失がみられた症例はなかった。最大尿道閉鎖圧は増加傾向が認められたが有意差はなく、残尿量に関してはむしろ減少傾向がみられたが、これも有意差はなかった。

### 2) 不安定膀胱群と神経因性膀胱群間での FES 効果の比較

不安定膀胱群11例(男性10例, 女性1例, 平均年齢74.5歳), 神経因性膀胱群7例(男性6例, 女性1例, 平均年齢73.1歳)について比較検討した。両群間の性別分布, 年齢分布, 薬剤投与の有無に関して差は認められなかった( $\chi^2$ 検定, 平均年齢はt検定)。FES前の下部尿路機能検査においても、初発尿意量, 最大膀胱容量, 最大尿道閉鎖圧, 機能的尿道長および残尿量に関し、両群間に差は認められなかった(t検定)。自覚所見に関する比較では、尿失禁の改善を認めた症例が不安定膀胱群で11例中8例(72.7%), 神経因性膀胱群では7例中4例(57.1%)であった。両群間の比較では改善率に有意差はみられず、また、患者の印象、排尿回数に関しても両群間に有意差は認められなかった。初発尿意量, 最大膀胱容量に関しては、不安定膀胱群ではともに増加していたが、有意差は認められなかった。神経因性膀胱群では初発尿意量, 最大膀胱容量とも有意の増加が認められた(Fig. 3)。最大尿道閉鎖圧, 残尿量については、FES前後で有意の変化はみられなかった。

### 3) 薬剤併用群と非併用群での FES 効果の比較

使用薬剤は、塩酸テロジリン10例, 塩酸エフェドリン1例, クレブテロール1例, アナフラニール1例であった(うち3例が2剤以上使用)。薬剤併用群11例(男性11例, 平均年齢73.6歳), 薬剤非併用群7例(男性5例, 女性2例, 平均年齢74.6歳)について比

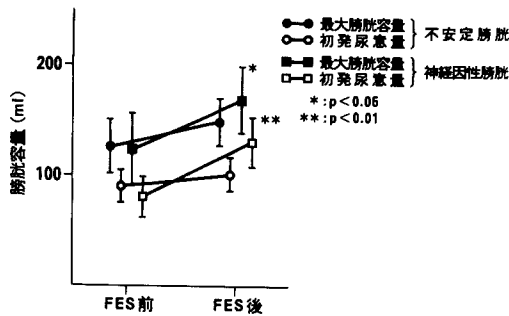


Fig. 3. The changes of the bladder capacity in an unstable bladder group and a neurogenic bladder group after functional electrical stimulation

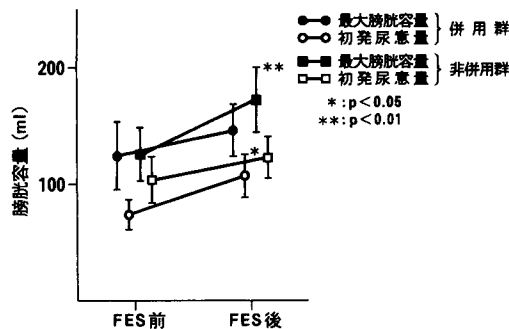


Fig. 4. The changes of the bladder capacity in a group administered anticholinergic agents and a group not administered after functional electrical stimulation

較検討した。両群間の性別分布、年齢分布、不安定膀胱および神経因性膀胱の比率に関して差は認められなかったが、FES前の下部尿路機能検査より、膀胱容量が小さく排尿困難の比較の少ない症例に薬剤の併用を行っているという偏りが認められた。

自覚所見に関する比較では、尿失禁の改善を認めた症例が併用群で11例中9例(81.8%)、非併用群では7例中3例(42.9%)であり、併用群に有意に改善率が高かった( $\chi^2$ 検定,  $p < 0.05$ )。患者の印象、および排尿回数に関しては、両群間に有意差は認められなかった。他覚所見に関しては(Fig. 4)、併用群で初発尿意量に有意の増加が認められた( $p < 0.05$ )が、最大膀胱容量では逆に、非併用群で有意の増加が認められた( $p < 0.01$ )。最大尿道閉鎖圧、機能的尿道長については両群ともに有意の変化はみられず、また、残尿量についても併用群で  $16.9 \pm 7.1$  ml から  $5.9 \pm 1.9$  ml、非併用群で  $72.1 \pm 22.8$  ml から  $77.4 \pm 27.6$  ml へと変化しただけであり、FESによる排尿困難の増悪

はみられなかった。

## 考 察

1937年 Langworthy と Hesser は<sup>5)</sup>下位腰椎を切断した脊損ネコを用いて、膣あるいは肛門の拡張刺激時の膀胱内圧を検討した。それによると膀胱内圧の低い時には膀胱収縮が観察され、膀胱内圧の高い時には収縮の抑制が認められると報告した。その後、麻酔ネコ<sup>6)</sup>ラット<sup>7)</sup>を用いた皮膚刺激時の実験においても同様の報告がなされ、膀胱内圧の低い時には、脊髄レベルを介して骨盤神経活動の増加、膀胱収縮がおり、膀胱内圧が高く周期的な反射性収縮が認められる時には、骨盤神経活動の抑制、膀胱弛緩がおこるとされた。われわれの実験では、 $\alpha$ -chloralose-urethane 麻酔下の雌性正常イスに FES を行い、12頭中9頭に、生理的食塩水持続注入時にみられる膀胱の周期的な反射性収縮の抑制が認められた。この膀胱抑制効果は、肛門括約筋の刺激ばかりでなく、実験動物においては頸部、胸部、腹部、前肢、後肢の圧迫刺激、摩擦刺激、鉗子による握み刺激、温熱刺激などにも認められたと報告されている<sup>8,9)</sup>。また、ヒトでは会陰皮膚、陰茎根部、膝窩部の刺激によっても引き起こされる<sup>9)</sup>。Sato ら<sup>7)</sup>は膀胱が低圧状態にあれば、会陰刺激は、頸椎あるいは上位胸椎のレベルで切断した脊損ラットでも正常ラットでも膀胱収縮を起こし、膀胱が高圧状態にあるときは正常ラットでも除脳ラットでも周期的な反射性収縮の抑制がみとめられたと報告している。岡田ら<sup>9)</sup>は無麻酔の非除脳イスでは頸部、四肢、体幹の皮膚刺激による膀胱の弛緩が引き起こされ、また、上丘の吻側端での除脳したイスでは、この皮膚刺激により膀胱が高圧でも低圧でも収縮の促進がもたらされたが、会陰部、尾部および陰部の刺激では、骨盤神経発射の抑制と膀胱内圧の低下が引き起こされたと述べている。さらに、除脳イスの脳幹各部での切断実験および急性脊髄イス(Th<sub>12-13</sub>切断)を用いた実験により、頸部、四肢、体幹の皮膚からの求心性刺激は中脳より上位の脳を迂回して骨盤神経遠心性発射に対して抑制的に、中脳を介して促進的に、また橋排尿中枢に対して抑制的に作用したと述べ、会陰部からの刺激は仙髄副交感神経のあるものに対して促進的に、その刺激の一部は橋排尿中枢に対して抑制的に作用したと報告している。今回、われわれの検討で不安定膀胱群よりも神経因性膀胱群に膀胱容量の有意の増加が認められたのは、FESが延髄、橋以上の中枢に働き、骨盤神経発射の中枢性抑制に基づいて膀胱の抑制能を賦活、回復させたからと理解できる。すなわち、障害された上位

中枢を有する神経因性膀胱に対し FES はより効果があり, 明らかな神経学的異常のない不安定膀胱には抑制がかかりにくいという推論が導き出されるが, 症例数も少なく, また薬剤併用の影響もあり, 今後検討を重ねたい. また, 橋排尿中枢との連絡を絶たれた脊髄膀胱では FES による抑制が生じにくいと考えられるが, McGuire ら<sup>10)</sup>は脊髄損傷による膀胱の反射性収縮にも効果があったとして, 仙髄レベル内に膀胱の収縮を抑制する反射経路の存在を示唆した. 一方, Janetz ら<sup>11)</sup>はラビットの肛門刺激により膀胱利尿筋の cholinergic activity の減少と  $\beta$ -adrenergic activity の増加が認められたと報告している. したがって, FES による膀胱抑制の詳細な機序の解明はなされていないのが現状である.

刺激周波数は尿道閉鎖機構の強化を目的とするか, 過活動型膀胱の抑制を目的とするかで異なってくるとされている. われわれのイヌを用いた実験では, 膀胱の周期的な反射性収縮に対する抑制効果は 5~10 Hz で最も良い結果がえられたが, Fall ら<sup>12)</sup>はヒトの場合, 過活動型膀胱の抑制には低周波数 (5~10 Hz), 尿道閉鎖圧を高めるためには幾分高めがよいと述べている. 一方, Bergmann ら<sup>13)</sup>はヒトでは 5~50 Hz の周波数で良いが, 腹圧性および切迫性尿失禁ともに有効なのは 25 Hz としている. 今回われわれは切迫性尿失禁を有する症例に対し比較的低周波数の 5 Hz で FES を行ったが, 過活動型膀胱の抑制という目的からも筋性疲労を避ける意味でもこの程度の周波数でよいのではないと思われる.

Nakamura ら<sup>14)</sup>は 0.1 あるいは 0.5 msec, 20 あるいは 100 Hz, 患者の絶えうる最大強度 (20~100 V) にて一月に 1~5 回の電気刺激を行い, その際, 初回治療に何らかの効果がみられたものだけを選択してさらに電気刺激を行った. その結果, 切迫性尿失禁を認める 21 症例中 13 例 (62%) に初回治療のみで効果が認められ, その 13 症例をさらに電気刺激した結果, 尿禁制となった症例が 8 例, 改善した症例が 5 例, その効果は 3 カ月以上持続したとしている. 今回のわれわれの検討では, 患者の選択は行っていないが, 全症例に対する尿流動態検査では初発尿意量, 最大膀胱容量ともに有意の増加がみられ, また, 尿失禁の改善も 18 例中 12 例と高率に認められた. これは FES そのものの効果と考えるよりも薬剤との併用効果に負うところが多いと思われる. 実際, 薬剤併用群の尿失禁改善率が 11 例中 9 例 (81.8%) であるのに対し, 非併用群のそれは 7 例中 3 例 (42.8%) であった. したがって, FES の効果向上のために薬剤の併用は有効な手段と思われ

る. しかしながら, 今回の検討では, 薬剤単独の効果, placebo 効果については検討しておらず, また, 薬剤併用群, 非併用群の症例背景に偏りがあるため, 両者を比較することには問題がある. さらなる厳密な検討が待たれる. Plevnik ら<sup>15)</sup>は, 最大強度の FES に対する膀胱, 尿道の尿流動態検査上の反応のみからその臨床効果を予測することは困難であり, 刺激後の効果のみがさらに治療を続けるか否かの指標になると述べている. Eriksen ら<sup>16)</sup>も最大強度の FES に際し, 試験的刺激からその効果を予想することは困難であり, 少なくとも 5 回は FES を続けてから評価すべきであると報告している. また, 電気刺激の効果が認められた切迫性尿失禁症例には有意の膀胱容量の増加がみられ, さらに刺激前に unstable だった症例の 45% が刺激後に stable に戻り, また, 腹圧性あるいは混合型の尿失禁症例では膀胱容量や最大尿道閉鎖圧に増加はみられないが, 機能的尿道長には有意の増加が認められたと報告している<sup>17)</sup>. すなわち, FES の効果は尿流動態検査上に反映されるわけであり, われわれの検討でも薬剤非併用群では最大膀胱容量の有意の増加が認められた.

より効率良く FES を行うために, 刺激方法の改良および新しい刺激装置の開発も近年盛んになっている. Eriksen ら<sup>16)</sup>は過活動型膀胱を示す女性の切迫性尿失禁患者 48 例に, 肛門と陰を同時に最大強度で FES を行える装置を用いて刺激した結果, 50% に尿失禁の消失, 33% に改善を認め, さらに 1 年以上経過した時点で評価しても 77% にその効果は持続していたと述べている. McGuire ら<sup>10)</sup>はプラス電極を肛門括約筋に, マイナス電極を後脛骨神経に置くことで電力の損失を双極の肛門電気プラグに比べ極少量に抑えることができそれによって 5~8 V の低電位でも有効に膀胱を抑制できたと報告している. また, Bergmann ら<sup>13)</sup>は, 刺激回路とバッテリーが anal plug 内に内蔵されている超小型刺激装置を開発し, 25 Hz, 8 V の低電位で腹圧性あるいは切迫性尿失禁を有する女性 24 例の持続的肛門電気刺激を行った. その結果 25% に尿禁制, 54% に良好な結果をえたと報告している. このような携帯用刺激装置を用いた場合, 刺激は毎日数時間におよび, 治療期間も数か月にわたるため筋性疲労などが問題となってくる. また, 装置が高価であること, 患者の協力および装着に技術が必要なことなどの問題点も指摘されている<sup>14)</sup>. しかし, 刺激の周波数, 強度, 波形, 間隔などの工夫によりこれらの問題点は改善されつつある<sup>18)</sup>. 長期に渡る低電位 FES がよいのか, 短期間の最大電位 FES が良いのかは文献上の

改善率や尿失禁の型別の効果を検討しても判断しがたい。すなわち、腹圧性尿失禁には long-term FES が、切迫性尿失禁には short-term FES が適するといった了解が最近では成り立たなくなっている。

切迫性尿失禁に対する治療法としては、電気刺激療法の他に、近年開発された抗コリン作用と平滑筋弛緩作用を併せ持つ薬物の経口投与あるいは膀胱内注入<sup>19)</sup>、骨盤神経ブロック、さらには膀胱拡大術などの手術療法などがある。これらのうちからどの治療法を選択するかは患者の意向、ADL、生活環境などを十分に考慮してから決定する必要があるが、最初是非侵襲的な治療法を優先すべきと思われる。すなわち非侵襲的治療法である電気刺激療法は尿失禁の患者に対して薬物療法とともに第一に選択すべき治療法と考えられた。

## 結 語

雌性正常イヌを  $\alpha$ -chloralose urethane 麻酔下に肛門電気刺激を行った結果、生理的食塩水の持続的注入時にみられる膀胱の周期的な反射性収縮を抑制するためには5~10 Hzの低周波数刺激が適当であるとの結果をえた。そこで過活動型膀胱が認められる切迫性尿失禁患者18例を以下の刺激条件にて肛門電気刺激を行った。持続時間 0.2 msec, 周波数 5 Hz, 強度は患者の耐える最大強度 (30~150 V), 30分間刺激を週5回の頻度で10回行った。その結果、18例中12例に尿失禁の消失がみられ、肛門電気刺激前後の初発尿意量、最大膀胱容量に有意の増加が認められたが、最大尿道閉鎖圧、残尿量に関しては、有意の増減はみられなかった。症例を不安定膀胱群と神経因性膀胱群に分類して比較を行った場合、自覚症状の改善率に関しては、両群間に有意差はみられなかったが、神経因性膀胱群では初発尿意量、最大膀胱容量に有意の増加が認められた。塩酸 terodiline などの薬剤併用群と非併用群とに分類した場合 (併用群は18例中11例)、尿失禁の改善率は併用群に有意に高かった。

今回の検討は、薬剤併用による影響が大であり、今後、薬剤単独の効果、placebo 効果などについても検討し、厳密に FES 効果について評価する必要があると思われる。

本論文の要旨の一部は第20回日本バロプレジア医学会および第45回北陸医学会総会 (第353回日本泌尿器科学会北陸地方会) において発表した。

## 文 献

1) Coldwell KPS: The electrical control of

sphincter incompetence. *Lancet* 7300: 174-175, 1963

- 2) 中新井邦夫, 板谷宏彬: 女性の急迫性尿失禁に対する膀胱外括約筋電気刺激装置による治療経験. *泌尿紀要* 17: 339-346, 1971
- 3) Godec C, Cass AS and Ayala GF: Bladder inhibition with functional electric stimulation. *Urology* 6: 663-666, 1975
- 4) Godec C, Cass AS and Ayala GF: Electrical stimulation for incontinence-technique, selection, and results. *Urology* 7: 388-397, 1976
- 5) Langworthy OR and Hesser FH: Reflex vesical contraction in the cat after transection of the spinal cord in the lower lumbar region. *Bull Fohns Hopkins Hosp* 60:204-214, 1937
- 6) Sato A, Sato Y, Sugimoto H, et al.: Reflex changes in the urinary bladder after mechanical and thermal stimulation of the skin at various segmental levels in cats. *Neuroscience* 2: 111-117, 1977
- 7) Sato A, Sato Y, Shimada F, et al.: Changes in vesical function produced by cutaneous stimulation in rats. *Brain Res* 94: 465-474, 1975
- 8) 岡田博匡, 山根正信・イヌの膀胱への副交感神経発射に対する皮膚刺激の効果. *自律神経* 13: 57-65, 1976
- 9) 中村正広, 桜井 昂, 辻本幸夫, ほか: 経皮的電気刺激による頻尿, 切迫性尿失禁の管理. *泌尿紀要* 29: 1053-1059, 1983
- 10) McGuire EJ, Shi-Chun Z, Horwinski ER, et al.: Treatment of motor and sensory detrusor instability by electrical stimulation. *J Urol* 129: 78-79, 1983
- 11) Janez J, Plevnik S, Korosec L, et al.: Changes in detrusor receptor activity after electric pelvic floor stimulation. *Proceedings of the International Continence Society, Lund*. pp. 22-23, 1981
- 12) Fall M, Erlandson B-E, Ahlstron K, et al.: Contelle: Pelvic floor stimulator for female stress-urge incontinence. A multicenter study. *Urology* 27: 282-287, 1986
- 13) Bergmann S, Eriksen BC: Anal electrostimulation in urinary incontinence. *Urol int* 41: 411-417, 1986
- 14) Nakamura M, Sakurai T, Sugao H, et al.: Maximum electrical stimulation for urge incontinence. *Urol int* 42: 285-287, 1987
- 15) Plevnik S and Janez J: Maximal electric stimulation for urinary incontinence: report of 98 cases. *Urology* 14: 638-645, 1979
- 16) Eriksen BC, Bergmann S and Eik-Nes SH: Maximal electro-stimulation of the pelvic floor in female idiopathic detrusor instability

- and urge incontinence. *Neurourol Urodyn* **8**: 219-230, 1989
- 17) Eriksen BC and Mjølnérød OK: Changes in urodynamic measurements after successful anal electrostimulation in female urinary incontinence. *Br J Urol* **59**: 45-49, 1987
- 18) Plevnik S, Janez J, Vrtacnik P, et al.: Short-term electrical stimulation Home treatment for urinary incontinence. *World J Urol* **4**: 24-26, 1986
- 19) Mattiasson A, Ekström B and Andersson K E: Effects of intravesical instillation of verapamil in patients with detrusor hyperactivity. *J Urol* **141**: 174-177, 1989
- (Received on December 16, 1991)  
(Accepted on May 27, 1992)